

奥氷河岩・白瀬氷河上湖の採水調査

西尾文彦*・内藤靖彦*・岩波圭祐**・ニツ町 悟**

Studies on the Supraglacial Lake Located on the Shirase Glacier near the Oku-hyôga Rock

Fumihiko NISHIO*, Yasuhiko NAITO*, Keisuke IWANAMI**
and Satoru FUTATSUMACHI**

Abstract: On the east side of the Shirase Glacier near the Oku-hyôga Rock, the supraglacial lake has been observed nearly at the same position since January 1962. The lake is 2700 m long and 360 m wide. The elevation of the lake's surface was measured by altimeter between 56 and 65 m above sea level and of the bottom of the lake is 16 to 25 m above sea level. The lake water was collected and the specific conductivity of it was measured. The composition of the lake water shows the melted snow or ice, not the sea water. Therefore, the bottom of the lake might not be connected with the sea. The lake may have been formed by a fissure on the glacier ice resulting from the strong shear stresses between the west side of fast moving glacier ice mass in the Shirase Glacier and the east side of ice mass obstructed by the subglacial topography.

要旨: 白瀬氷河の右岸(東側)の奥氷河岩の近くに1962年1月以来空中写真によって氷河上湖がほぼ同じ位置に確認されている。湖の成因および湖水が海とつながっているかどうかを調べるために、1984年1月、湖の地形調査および採水調査を行った。湖の大きさは、長さ2700 m、幅360 mで、湖水面の高度は56–65 m、湖底面は海拔16–25 mで海水面より高いことが明らかになった。湖水は電気伝導度の測定結果から、周辺の融雪水または融氷水であることが明らかになった。湖は流速の大きい白瀬氷河と湖の東側の基盤の盛り上がりによる流速の小さい水流の間の強い剪断力によってクレバスが形成され、融雪(氷)水が溜って湖に拡大したと推定される。

1. まえがき

1962年以来、航空写真測量および氷河の変動を調べる目的で、リュツォ・ホルム湾沿岸や白瀬氷河末端の空中写真撮影が数年おきに実施されている。白瀬氷河の末端付近から上流域にかけて撮影した空中写真には特徴的な形の氷山が認められ、その移動量から白瀬氷河の平均流速は2.5–2.7 km/年となり、南極でも最も流れの速い氷河に属することが明らかになっている(NAKAWO *et al.*, 1978; FUJII, 1981)。

空中写真では白瀬氷河が氷山になる様子がわかるばかりでなく、氷河上のクレバスやその走行から応力分布を推定することもできる。また、氷河表面上の積雪の方向から年間の卓越風向がわかる。これらの氷河表面上の特徴的な形態のなかに位置が不変で比較的大きな湖が

* 国立極地研究所。National Institute of Polar Research, 9–10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173.

** 海上保安庁水路部。Hydrographic Department, Maritime Safety Agency, 3–1, Tsukiji 5-chome, Chuo-ku, Tokyo 104.

認められた (FUJII, 1981). 図 1 に示すように位置は奥氷河岩の南南東約 8 km である. 冬季は水面が凍結し, 夏季には部分的に水面が現れることが空中写真から判読された (図 2).

氷河上湖 (supraglacial lake) の大きさは, 空中写真から, 長さ 2700 m, 幅 360 m で, 周辺の氷の表面より 150 m も低く, 湖水面は海拔高度とほぼ同じであると推定された (FUJII, 1981). したがって, 湖は海とつながっており, 湖水成分は海水から成っているのではないかと考えられた. さらに, 白瀬氷河の末端部から奥氷河岩およびこの氷河上湖にかけての白

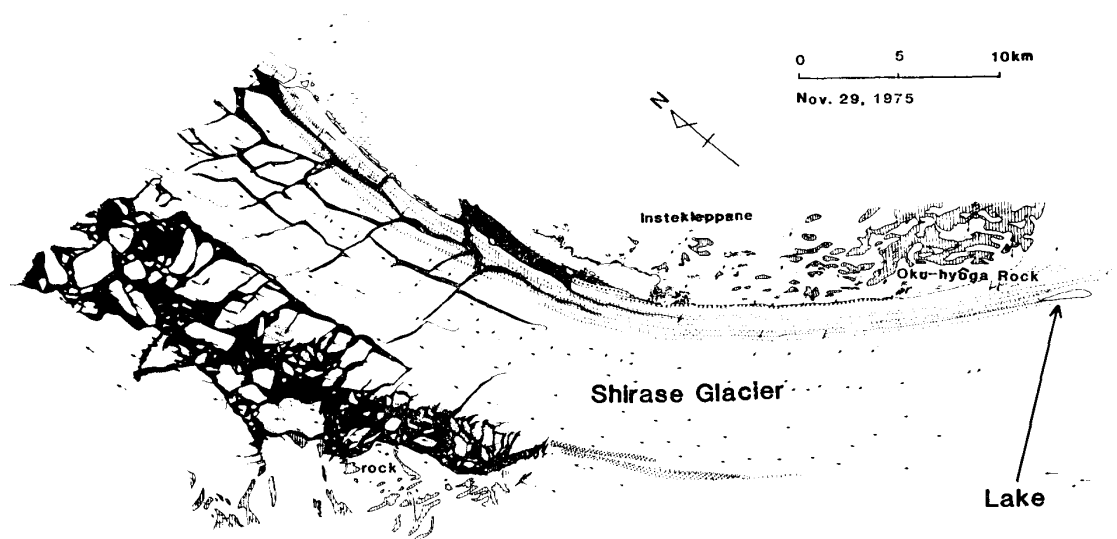


図 1 白瀬氷河表面形態 (1975年11月29日撮影) (FUJII, 1981による)

Fig. 1. Surface feature of the Shirase Glacier on November 29, 1975 (from FUJII, 1981).



図 2 奥氷河岩・氷河上湖の空中写真 (1982年1月8日撮影)

Fig. 2. Aerophotograph of the supraglacial lake on the Shirase Glacier near the Oku-hyôga Rock on January 1982.

瀬氷河下の基盤高度は海面下数百メートルに達し (WADA *et al.*, 1981), 白瀬氷河の氷流はこの付近では海水に浮かんでいると考えられた。

奥氷河岩の氷河上湖の湖水成分が海水から成っているかどうかについては, 湖の形成される原因と同様に興味のある問題であった。

2. 採水調査

採水調査は, 1984年1月19日 1700-1730 にかけて氷河上湖の湖水面上 10 m の高さで, ヘリコプターがホバリングをしながら実施された(図 3)。採水はバンドン採水器 (容積 5 l) を用いて深さ 0, 5, 10, 20, 30, 40 m で行った。採水は, 湖水面の 7 割近くを湖水が覆っているために, 白瀬氷河の上流側の開水面のほぼ中央で行った。湖底面は肉眼で見えることはできなかった。バンドン採水器は長さ 40 m のロープが着底したので, 採水地点の深さはほぼ 40 m である。また, 少し右岸側で測深ロープを用いて深さを測ったところ 30 m で着底した。この測深結果から, 湖の氷河の流れ方向の湖底断面図を推定したのが図 4 である。



図 3 湖水の採水地点。湖水面上でヘリコプターから採水した
Fig. 3. Sampling site of the lake water from the helicopter hovering on the lake surface on January 19, 1984.

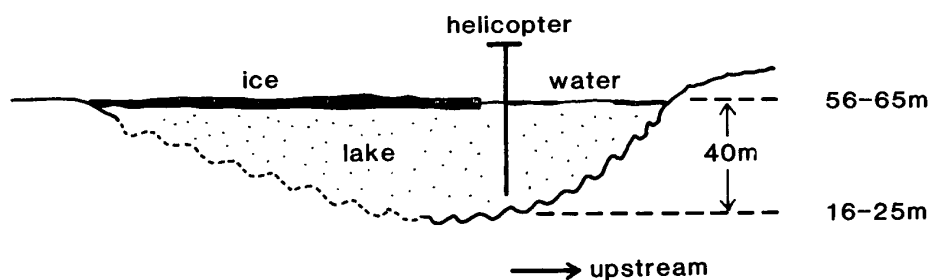


図 4 湖の推定断面図
Fig. 4. Inferred cross-section of the supraglacial lake near the Oku-hyôga Rock.

湖水面の海拔高度は、ヘリコプター搭載の気圧高度計から判読したもので、採水中に 66–75 m を示した。採水中のヘリコプターの湖水面との高さは電波高度計から 10 m に保たれた。したがって、湖水面の海拔高度は、56–65 m で、採水地点の湖底面のそれは 16–25 m となる。推定湖底断面図から、最も深い湖底面は海拔高度と同じか少し高いのではないかと考えられる。湖の下流側に向かって溢流水路 (spillway) があり、湖水面の上昇がある場合にはここから溢流して湖水面が一定に維持されると考えられる。

3. 結 果

採水した各深さの湖水は蒸留水で洗浄されたポリエチレン容器に封入され、冷凍庫内で凍結され国立極地研究所の低温室に運搬し保管した。分析に供する直前に融解された。

まず、湖水が海水かどうかを調べるために電気伝導度を、東亜電波製 CM-50AT デジタル電気伝導度計で測定した。測定の結果は図 5 および表 1 に示すように、電気伝導度の値は表面で最も高く (29.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$)、10 m 以深では 10–14 $\mu\text{S}/\text{cm}$ とほぼ一定である。

みずほ基地での氷床コアや地吹雪の飛雪粒子、降雪などの電気伝導度の値は 2–10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ で、簡便な蒸留装置で作る蒸留水より少し大きな値を示す。一方、昭和基地での降雪の値は 10–20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ を示し、みずほ基地の値より少し大きい。

標準海水の電気伝導度は約 54 mS/cm である。昭和基地周辺の海水を融解して電気伝導度を測定すると 0.5–10 mS/cm を示す。

したがって、湖水に海水が混入していることは考えられず、湖の周辺の融雪水または融氷水が流入したと結論される。

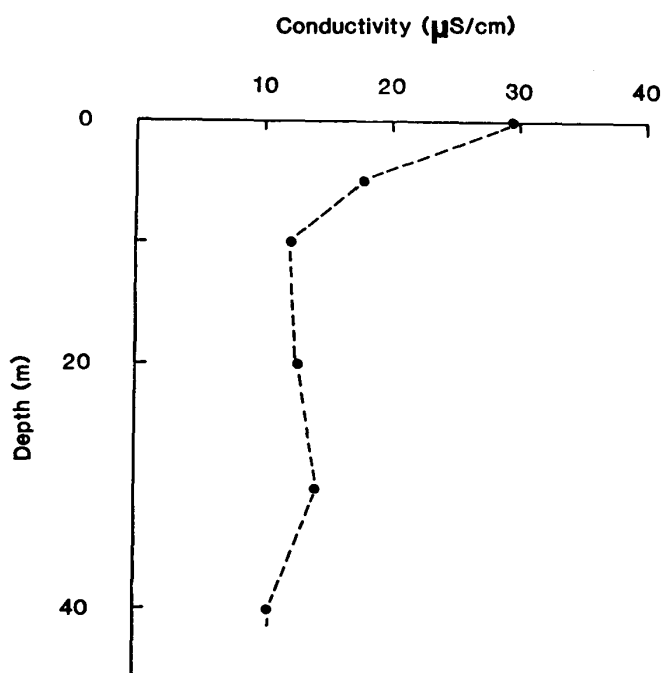


図 5 奥水河岩・氷河上湖水の電気伝導度の分布

Fig. 5. Specific conductivity profile of the water of the supraglacial lake near the Oku-hyōga Rock.

表 1 奥氷河岩・氷河上湖の湖水の電気伝導度測定結果（電気伝導度の値は 25°C での値に換算）

Table 1. Specific conductivity of the water of the supraglacial lake near the Oku-Iyôga Rock.

Depth (m)	Conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Volume (ml)
0	29.7	98.0
5	18.0	87.5
10	12.1	105.8
20	12.7	99.2
30	14.2	84.6
40	10.5	98.2

4. 考 察

湖の周辺の氷河上には融氷(雪)水がたまった氷河上池 (supraglacial pond) が、割れ目が閉じたクレバスなどを中心に存在している。これらの氷河上池から湖に融氷(雪)水路が走っているのが認められ、湖水の水源であることがわかる。

図 4 で湖底面は海面上になると推定した。湖底が割れ目などを通して海水と直結していたとしても、強制的に海水が湖水に注入される機構がないかぎり、自然対流機構（海水は密度が大きい）で湖水と海水は混合できない。湖水は融氷(雪)水であることが判明したが、湖が海水とつながっているかどうかを結論づけることはまだできない。

湖が長年にわたって、どうしてほぼ同じ位置に形成されるのかについては明らかではない。しかし、クレバスなどの表面形態から、湖の東側（白瀬氷河の右岸側）で基盤地形の急激な盛り上がりが推定できる。図 6 に示したように、クレバスの走向は白瀬氷河の上流側に向かってほぼ 45° で存在しており、かつ、湖氷にも同じ方向に（図 7）クラックが 5 本形成されている。さらに、湖底にも同方向にクレバスが走っているのが目視できた。

以上のことから、湖の東側には基盤が表面近くまで盛り上がり、白瀬氷河の側壁となっている。したがって、湖の両側で大きな水平流動速度差をもち、強い剪断応力が発生していることがクレバスや湖のクラックの形態から判断できる。それでは、強い剪断応力が作用している氷河表面に、この湖のような大きな窪地が形成されるのかという疑問が残る。多くの氷河で剪断応力の作用する場ではクレバスが形成され、このクレバスをもとにして融氷(雪)水が溜った氷河上池が存在する。毎年同一の場所に氷河上池が存在して、互いに連結して大きな湖に成長していく可能性が考えられる。そのためには、強い剪断応力の働く状態が長い間にわたって定常的に作用していることが必要条件となる。

もう一つの可能性として、この氷河上湖はいたるところに存在するのではなく、この地点にかなり特徴的なものである。強い剪断力とクレバスの分布のほかに、基盤の起伏と氷河の

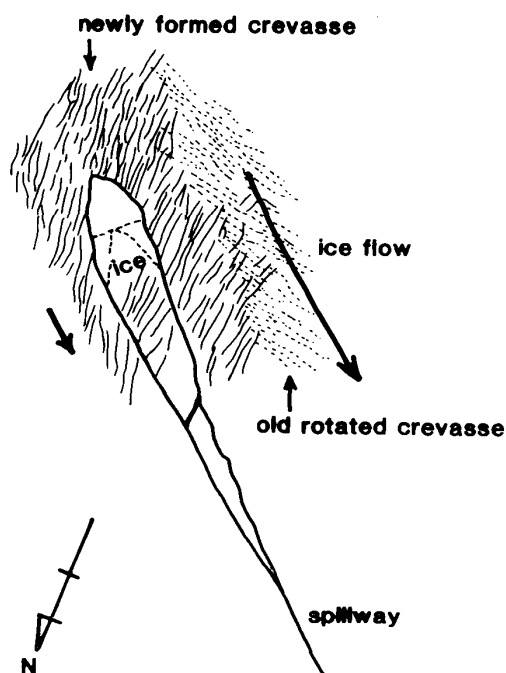


図 6 湖の周辺のクレバス分布図

Fig. 6. Distribution of crevasses around the supra-glacial lake near the Oku-hyôga Rock.

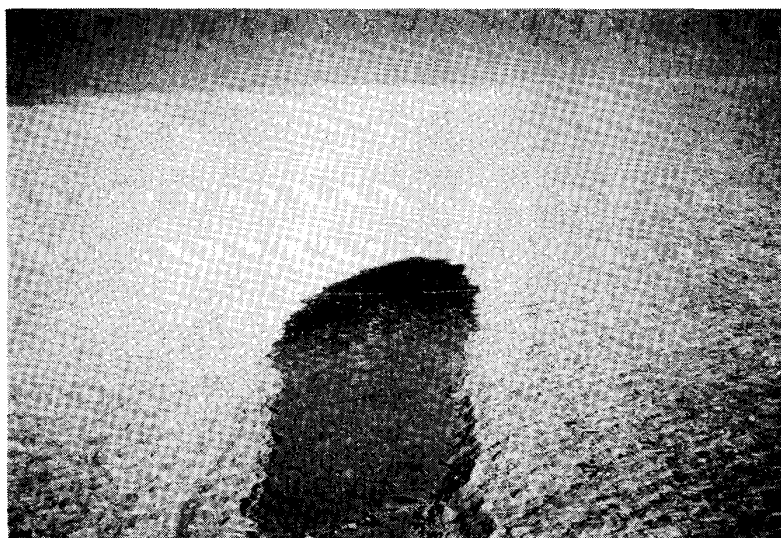


図 7 湖の上空から南方を望む

Fig. 7. Viewed southward from the lake.

流動から決まる地形的特徴によって形成された可能性も考えられるであろう。

文 献

- FUJII, Y. (1981): Aerophotographic interpretation of surface features and an estimation of ice discharge at the outlet of the Shirase drainage basin, Antarctica. *Nankyoku Shiryô (Antarct. Rec.)*, **72**, 1-15.
- NAKAWO, M., AGETA, Y. and YOSHIMURA, A. (1978): Discharge of ice across the Sôya Coast. *Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue*, **7**, 235-244.
- WADA, M. and MAE, S. (1981): Airborne radio echo sounding on the Shirase Glacier and its drainage basin, East Antarctica. *Nankyoku Shiryô (Antarct. Rec.)*, **72**, 16-25.

(1984年7月2日受理; 1984年10月1日改訂稿受理)